



# AUSLEGESCHRIFT

## 1 259 621

Int. Cl.:

G 01 p

Deutsche Kl.: 42 o - 13/10

Nummer: 1 259 621

Aktenzeichen: T 28241 IX b/42 o

Anmeldetag: 25. März 1965

Auslegetag: 25. Januar 1968

## 1

Es ist bekannt, Drehgeschwindigkeiten in der Weise zu messen, daß durch einen mit der Welle umlaufenden elektrischen Generator eine der Drehgeschwindigkeit proportionale Frequenz erzeugt wird. Aus der Frequenz kann eine Meßgröße durch Frequenzunterscheidung oder auch durch Impulsabzählung gewonnen werden, oder sie kann einer Regelungseinrichtung, z. B. zur Drehzahlkonstanthaltung zugeleitet werden. Neben induktiven Frequenzerzeugern verwendet man, besonders für größere Genauigkeiten, lichtelektrische Frequenzgeneratoren, bei denen ein Gitter aus abwechselnd lichtsperrenden und lichtweiterleitenden Elementen eines Umlaufkörpers zwischen einer Lichtquelle und einem lichtelektrischen Wandler rotiert. Für hohe Meßgenauigkeiten werden Gitter sehr feiner Teilung benutzt, die aber schwierig herzustellen sind. Wenn ein solches ringförmiges Gitter, wie das bei den bekannten Einrichtungen der Fall ist, durch ein an einer bestimmten Stelle zwischen der Lichtquelle und dem lichtelektrischen Wandler verlaufendes ortsfestes Lichtbündel hindurchrotiert, wirken sich Ungenauigkeiten der Teilung und weiterhin auch Exzentrizitäten im Lauf des Gitterringes störend aus, indem sie den Meßwert ungenau machen.

Aus der deutschen Patentschrift 709 029 ist ein Verfahren zur Verringerung des Einflusses von Teilungsfehlern bei der Erzeugung periodischer Impulsreihen auf lichtelektrischem Wege mit Hilfe einer umlaufenden Loch- oder Schlitzscheibe bekannt, bei dem die Summenwirkung mehrerer jeweils gleichzeitig zur Deckung kommender Schlitzpaare ausgenutzt wird, um bei der Herstellung der Schlitz aufgetretene Teilungsfehler auszumitteln. Bei der in der genannten deutschen Patentschrift gezeichneten Anordnung wird für die Impulsmittelung nur ein Sektor des Drehbereiches der Scheibe ausgenutzt, andererseits sind verhältnismäßig aufwendige Mittel mit beträchtlichem Raumbedarf für die Ausleuchtung des Gittersektors und die Konzentration des auszuwertenden Lichtstromes auf eine Fotozelle vorgesehen. Eine gedrängtere räumliche Anordnung wird in der USA.-Patentschrift 2 977 480 beschrieben. Sie dient dazu, den Betrag der Herausdrehung einer Welle aus einer Nullage durch den Abstand zweier spitzenförmiger Impulse und durch die Dauer eines Impulses darzustellen. Zur Lösung dieser Aufgabe wird mit nur einem Schlitz in der Wellenscheibe sowie mit zwei lichtelektrischen Wandlern gearbeitet, deren einer scheibenförmig bzw. halbkreisförmig ist und deren anderer die Form eines schmalen Sektors hat.

## Lichtelektrischer Meßgenerator

Anmelder:

Telefunken

Patentverwertungsgesellschaft m. b. H.,  
7900 Ulm, Elisabethenstr. 3

Als Erfinder benannt:

Rolf Schieber, 7742 St. Georgen

--

## 2

Die Erfindung betrifft einen lichtelektrischen Meßgenerator zur Erzeugung einer von der Drehzahl einer Welle abhängigen Frequenz, bei dem ein Rundum-Radialgitter aus abwechselnd lichtsperrenden und lichtweiterleitenden Elementen einer mit der Welle umlaufenden Scheibe zwischen einer Lichtquelle und einem lichtelektrischen Wandler rotiert, und ein weiteres konzentrisch zum umlaufenden Gitter angeordnetes, ortsfestes derartiges Gitter, dessen Teilungen mit solchen des umlaufenden Gitters übereinstimmen, zugleich mit dem umlaufenden Gitter im Strahlengang zwischen der Lichtquelle und dem lichtelektrischen Wandler liegt, wobei über die gesamte Umfangslänge des ortsfesten Gitters verteilte Lichtstrahlen beide Gitter und den Wandler beleuchten.

Durch die Erfindung wird erreicht, daß der Meßgenerator raumsparend als ein Aggregat von geringen Ausmaßen ausgebildet werden kann und daß dabei der volle Winkelbereich von 360 Grad für die Ausmittlung von Teilungsfehlern der Lichtunterbrechungsgitter ausgenutzt wird. Ferner können bei dem erfindungsgemäß ausgebildeten Meßgenerator mehrere über 360 Grad ausgeleuchtete frequenzerzeugende Gitter mit unterschiedlichen Teilungen in dem Aggregat verwendet werden, ohne es deswegen vergrößern bzw. nennenswert vergrößern zu müssen.

Gemäß der Erfindung ist vorgesehen, daß das ortsfeste Gitter als ebenfalls rundum geteiltes Radialgitter einer konzentrisch und mit geringem Abstand zu der umlaufenden Scheibe angeordneten ortsfesten Scheibe ausgebildet ist, daß dicht vor der freien Seite der einen Scheibe (zweckmäßig der ortsfesten Scheibe) im Gitterbereich ein ringförmiger lichtelektrischer Wandler liegt und daß vor der freien Seite der anderen Scheibe für die Gitterbeleuchtung ein zur Wellenachse konzentrischer Parabolspiegel mit einer im Brennpunkt liegenden annähernd punktförmigen Lichtquelle angeordnet ist.

Es kann insbesondere vorgesehen werden, daß beide Scheiben eine Mehrzahl über ihren ganzen Umfang ausgeleuchteter Gitter enthalten, welche Gitterpaare mit unterschiedlichen Teilungen bilden, und daß jedem Gitterpaar ein eigener ringförmiger lichtelektrischer Wandler zugeordnet ist.

Die Anordnung kann gegebenenfalls auch so getroffen werden, daß die zwischen den lichtundurchlässigen Stegen liegenden Lücken bei einem Gitter lichtdurchlässig und bei dem anderen Gitter lichtreflektierend sind, bei Anordnung der Beleuchtungseinrichtung und des lichtelektrischen Wandlers auf derselben Seite des lichtdurchlässigen Gitters.

Ferner kann es zweckmäßig sein, den Träger des ortsfesten Gitters justierbar zu lagern.

Die Zeichnungen zeigen ein Ausführungsbeispiel.

In Fig. 1 ist ein Meßgenerator zur Erzeugung einer der Drehgeschwindigkeit einer Antriebswelle proportionalen Frequenz dargestellt, der z. B. zur genauen Messung der Abweichungen der Drehgeschwindigkeit von einem Sollwert oder zur genauen Ermittlung von dynamischen Drehzahlschwankungen dienen kann. Eine Welle 5 wird über eine nicht gezeichnete Kuppelvorrichtung starr mit der Antriebswelle des z. B. auf Gleichlaufkonstanz zu untersuchenden Gerätes verbunden. An dem einen Ende der Welle ist eine Buchse 4 fest aufgedreht, an der eine mit zwei Radialgittern 18a und 18b (Fig. 2) versehene Scheibe 15 genau zentrisch zur Wellenachse befestigt ist. Die Welle 5 mit der Buchse 4 und der Scheibe 15 läuft in einem Nadellager 13, dessen äußere Lagerschale fest in einem Ständer 12 sitzt. Der Ständer 12 ist tellerartig ausgebildet; auf der Stirnseite seiner abgewinkelten Außenkante ist ein zur Wellenachse konzentrischer Parabolspiegel 3 mit einer spiegelnden Innenseite aufgeschraubt (Schrauben 6). In seinem Scheitelteil steckt in einer Steckfassung 1 eine Glühbirne 2, die das für das Arbeiten des Meßgenerators erforderliche Licht liefert. Der Glühdraht der Glühbirne 2 liegt im Brennpunkt des Reflektors 3; dadurch werden die Lichtstrahlen so reflektiert, daß sie annähernd parallel zur Parabelachse, die gleichzeitig auch die Drehachse der Welle 5 ist, den Reflektor verlassen und nahezu senkrecht die Scheibe 15 beleuchten. Ein Teil des Lichts fällt auf die Radialgitter 18a und 18b (Fig. 2), die jeweils aus lichtdurchlässigen Schlitzen mit dazwischenliegenden lichtundurchlässigen Stegen bestehen. Die Teilung der Gitter kann dabei so festgelegt sein, daß Stege und Schlitze gleicher Breite entstehen, wie beispielsweise bei dem inneren Radialgitter der Fig. 2 dargestellten Scheibe zu erkennen ist.

Der Ständer 12 weist in seinem tellerförmig ausgebildeten Teil drei mit jeweils einem Gewinde versehene Bohrungen auf, in denen jeweils eine Stiftschraube 9 in Richtung der Drehachse verstellt werden kann. Auf ihren verrundeten, zum Reflektor 3 hinzeigenden Enden liegt ein Tragring 8 in drei Punkten auf, der von drei an den Schrauben 6 mitbefestigten Flachfedern 7 lagehaltend auf die Stiftschrauben 9 aufgedrückt wird. Seitlich wird der Tragring 8 von weiteren drei gleichmäßig über den Umfang verteilten Stiftschrauben 17, die in mit jeweils einem Gewinde versehenen Bohrungen der abgewinkelten Außenkante des Ständers 12 bewegt werden können, zentrisch zur Drehachse geführt. Auf dem so justierbar gelagerten Tragring 8 ist eine zur dreh-

baren Scheibe 15 kongruente Scheibe 14, deren Radialgitter 18 insbesondere völlig gleichartig zu jenen der Scheibe 15 ausgebildet sind, aufgeklebt. Mittels der Justierschrauben 9 und 17, welche die Position des Tragringes 8 festlegen, wird die Scheibe 14 sehr nah an die dem Ständer 12 zugewandte Seite der Scheibe 15 herangebracht und konzentrisch zur Drehachse justiert, so daß die Radialgitter beider Scheiben genau übereinanderliegen.

Um das richtige Einstellen der Scheiben beim Einbauen zu erleichtern, haben die beiden Scheiben 14 und 15 in der Nähe der Außenkanten jeweils einen konzentrischen, durchsichtigen Ring 21 (Fig. 2) mit einer konzentrisch darin liegenden kreisförmigen, dünnen Richtlinie, mit deren Hilfe unter Verwendung eines Mikroskops sowohl die drehbare Scheibe 15 als auch, in Abhängigkeit dazu, die feste Scheibe 14 eingepaßt werden können.

Auf der zur drehbaren Scheibe 15 abgewandten Seite sind die Radialgitter 18a und 18b der festen Scheibe 14 mit zwei ringförmigen, entsprechend breit ausgelegten Fotozellen 11 abgedeckt. Mehrere auf den Umfang verteilte Blattfederpaare 16, deren eine Feder jeweils die eine Ring-Fotozelle und die andere Feder jeweils die andere Ring-Fotozelle gegen das betreffende Radialgitter 18a oder 18b preßt, sind mittels Schrauben 22 an dem Tragring 8 befestigt. Die Schrauben 22 haben elektrischen Kontaktschluß entweder mit der einen oder mit der anderen Feder eines Federpaares 16. Die andere Klemme jeder Fotozelle kann in einfacher Weise durch ein zwischen den Fotozellenring 11 und die feste Gitterscheibe 14 geklemmtes Kontaktblech 23 gebildet werden, das mit einem auf die Fotoschicht aufgedampften Kontaktring Berührung hat. Die am Reflektor 3 zurückgeworfenen Lichtstrahlen der Glühbirne 2 treten im wesentlichen senkrecht durch die Schlitze der rotierenden Scheibe 15 hindurch und treffen abwechselnd auf die Stege und Schlitze der festen Scheibe 14. Bei gleicher Teilung jeweils eines Gitterpaares 18a und 18b der beiden Scheiben 14 und 15 fällt immer dann Licht auf die Fotozellen 11, wenn die Schlitze beider Scheiben im Strahlengang liegen. Sie erzeugen so je Gitterpaar eine Wechselspannung, deren Frequenz von der Teilung des Gitterpaares 18a oder 18b und von der Drehgeschwindigkeit der Welle 5 abhängt.

Durch die gleichzeitige und homogene Beleuchtung aller Schlitze eines Radialgitters der rotierenden Scheibe 15 und durch das gleichzeitige Abtasten aller Schlitze des anderen zu diesem Gitter gehörenden Radialgitters der festen Scheibe 14 werden die von Teilungsfehlern der Schlitze und Stege sowie von Exzentrizitätsfehlern der Scheiben 14 und 15 hervorgerufenen Frequenzschwankungen einer Wechselspannung ausgemittelt. Solange die Exzentrizitäten der Scheiben 14 und 15 kleiner als die Teilungen ihrer Gitter 18 bleiben, liegen die Meßfehler unterhalb von  $10^{-4}$ . Bei sorgfältiger Bearbeitung der Gitter 18 und bei guter Ausrichtung und Zentrierung der Scheiben 14 und 15 erreicht man jedoch eine Meßgenauigkeit von  $10^{-5}$ .

Die in den Fotozellen 11 erzeugten Wechselspannungen werden an nicht gezeichneten Kontakten, die mit den Schrauben 22 elektrisch leitend verbunden sind, und an den Kontakten 23 abgenommen und z. B. einem Frequenzdiskriminator zugeführt, dessen Meßwerk in Einheiten, die unmittelbar die Umdre-

hungen pro Minuten bzw. die Gleichlaufgenauigkeiten angeben, geeicht ist.

Die Ausbildung der Radialgitter 18 mit unterschiedlicher Rasterung, wobei jedem Gitterpaar eine eigene Fotozelle zugeordnet ist, ermöglicht es, mit unterschiedlichen Drehgeschwindigkeiten (Drehzahlstufen) eine bestimmte Generatorfrequenz zu erzeugen, die für die Verarbeitung in dem Frequenzdiskriminator geeignet ist.

Selbstverständlich arbeitet der Meßgenerator auch mit nur einem oder mit mehr als zwei Radialgittern.

Die Beleuchtung mit Hilfe eines Parabolspiegels (Reflektor) 3 durch nur eine Lichtquelle (Glühbirne) 2 hat den weiteren Vorteil, daß Änderungen der Helligkeit, die wesentlich langsamer verlaufen als die durch die Teilungen der Gitter 18a oder 18b hervorgerufenen Frequenzen der Wechselspannungen, praktisch keinen Einfluß auf die Meßgenauigkeit ausüben, weil die Lichtverteilung auf dem gesamten Umfang gleichmäßig bleibt.

Als Scheiben 14 und 15 eignen sich in vorteilhafter Weise Glasscheiben, auf denen die Radialgitter sowie die Ziellinien photographisch abgebildet sind. Für die Messung trägheitsarmer Antriebe ist es wichtig, daß der angekoppelte Meßgenerator das Gesamtträgheitsmoment des Antriebes nicht unzulässig erhöht. Die rotierende Scheibe ist dann sehr dünn und leicht auszubilden.

Der beschriebene Meßgenerator erlaubt in Verbindung mit einem entsprechend ausgeführten Frequenzdiskriminator das Messen von Drehzahlen und des Gleichlaufs von Antrieben. In Verbindung mit einem Zähler können mit dem Meßgenerator auch Winkelmessungen durchgeführt werden.

Der Generator kann auch so ausgebildet werden, daß die Beleuchtungseinrichtung ein erstes Gitter mit lichtdurchlässigen Schlitzen beleuchtet und das dahinterliegende zweite Gitter zwischen seinen lichtundurchlässigen Stegen reflektierend ausgebildet ist, so daß es also das Licht durch die Schlitze des ersten Gitters hindurch (oder durch besondere, diesem zugeordnete Schlitze) zurückreflektiert in eine Richtung, in der der lichtelektrische Wandler angeordnet ist, der dann auf derselben Seite des durchlässigen Gitters wie auch die Beleuchtungseinrichtung liegen kann.

#### Patentansprüche:

1. Lichtelektrischer Meßgenerator zur Erzeugung einer von der Drehzahl einer Welle abhängen-

gigen Frequenz, bei dem ein Rundum-Radialgitter aus abwechselnd lichtsperrenden und lichtweiterleitenden Elementen einer mit der Welle umlaufenden Scheibe zwischen einer Lichtquelle und einem lichtelektrischen Wandler rotiert, und ein weiteres konzentrisch zum umlaufenden Gitter angeordnetes, ortsfestes derartiges Gitter, dessen Teilungen mit solchen des umlaufenden Gitters übereinstimmen, zugleich mit dem umlaufenden Gitter im Strahlengang zwischen der Lichtquelle und dem lichtelektrischen Wandler liegt, wobei über die gesamte Umfangslänge des ortsfesten Gitters verteilte Lichtstrahlen beide Gitter und den Wandler beleuchten, dadurch gekennzeichnet, daß das ortsfeste Gitter als ebenfalls rundum geteiltes Radialgitter einer konzentrisch und mit geringem Abstand zu der umlaufenden Scheibe angeordneten ortsfesten Scheibe (14) ausgebildet ist, daß dicht vor der freien Seite der einen Scheibe (zweckmäßig der ortsfesten Scheibe 14) im Gitterbereich ein ringförmiger lichtelektrischer Wandler (11) liegt und daß vor der freien Seite der anderen Scheibe (15) für die Gitterbeleuchtung ein zur Wellenachse (5) konzentrischer Parabolspiegel (3) mit einer im Brennpunkt liegenden annähernd punktförmigen Lichtquelle (2) angeordnet ist.

2. Meßgenerator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß beide Scheiben (14, 15) eine Mehrzahl über ihren ganzen Umfang ausgeleuchteter Gitter (18a, 18b) enthalten, welche Gitterpaare mit unterschiedlichen Teilungen bilden, und daß jedem Gitterpaar ein eigener ringförmiger lichtelektrischer Wandler (11a, 11b) zugeordnet ist.

3. Meßgenerator nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zwischen den lichtundurchlässigen Stegen liegenden Lücken bei einem Gitter lichtdurchlässig und bei dem anderen Gitter lichtreflektierend sind bei Anordnung der Beleuchtungseinrichtung und des lichtelektrischen Wandlers auf derselben Seite des lichtdurchlässigen Gitters.

4. Meßgenerator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (8) des ortsfesten Gitters justierbar gelagert ist.

#### In Betracht gezogene Druckschriften:

Deutsche Patentschrift Nr. 709 029;  
USA.-Patentschrift Nr. 2 977 480;  
Zeitschrift »modell«, H. 5, 1964, S. 140 bis 142.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

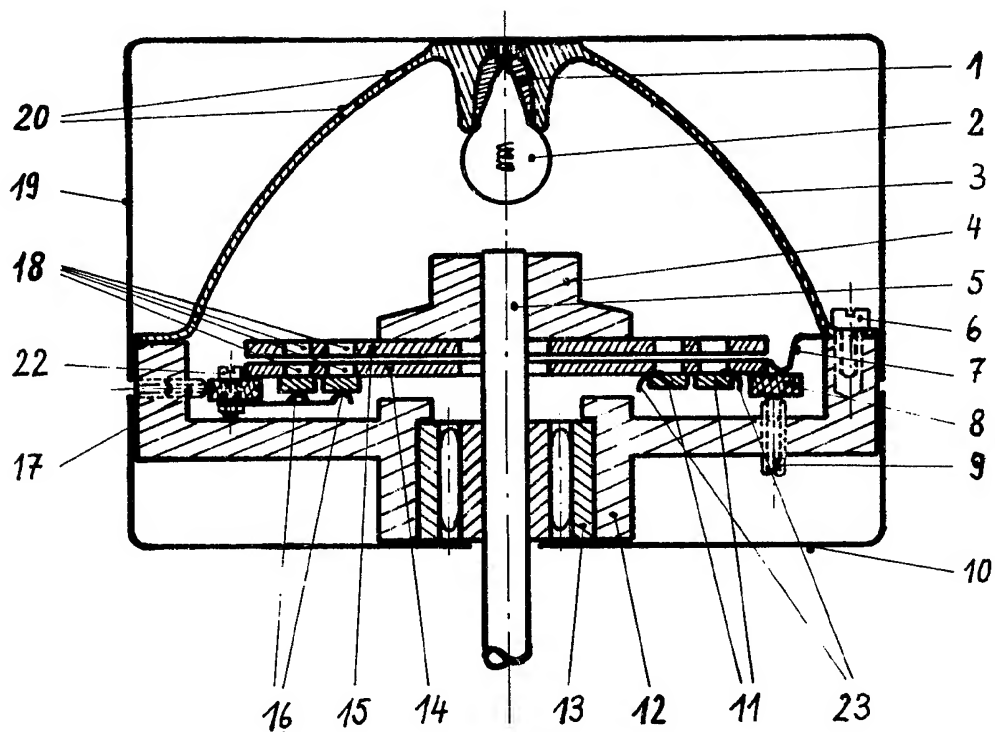


Fig. 1

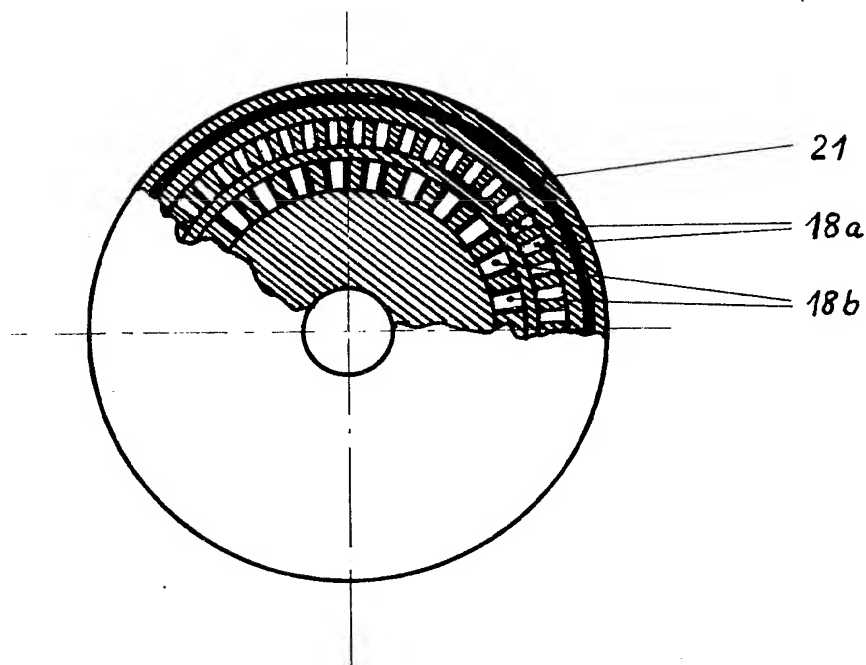


Fig. 2